Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 55 (1904)

Heft: 6

Artikel: Die Mykorhizen und ihre Aufgabe in der Ernährung der Waldbäume [Schluss]

Autor: Jaccard, Paul

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-764194

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

nommen und beabsichtigt dieselbe gründlich zu behandeln, indem richtig erkannt wird, daß die Waldwirtschaft für den Kleinbetrieb nicht passe, sondern nur bei größern zusammenhängenden Komplexen eine rationelle Bewirtschaftung möglich sei, dann aber mit Erfolg betrieben werden könne.

Die Mykorhizen und ihre Aufgabe in der Ernährung der Waldbäume.

Nach Herrn Dr. Paul Jaccard, Professor am Polytechnikum, aus dem „Journal forestier suisse“ im Auszug übersetzt.

(Schluß.)

Hr. von Tubeuf versucht die Mykorhizen wie folgt zu klassifizieren:

1. Pflanzen mit gelegentlichen endotrophen Mykorhizen, die aber ohne Nutzen zu sein scheinen.
2. Pflanzen mit reichlichen endotrophen Mykorhizen und zugleich mit Wurzelwerk und normalen Assimilations- und Transpirationsorganen (Podocarpus, Cryptomeria).
3. Pflanzen mit reichlichen endotrophen Mykorhizen, mit Wurzelwerk, aber reduziertem Assimilations- und Transpirationsapparat.
4. Pflanzen mit ektotrophen, zufällig erscheinenden Mykorhizen, die ohne Nutzen zu sein scheinen.
5. Gewächse mit reichlichen ektotrophen Mykorhizen, normalem Wurzelwerk. Haare und Epidermis oft zur Absorption eingerichtet. Assimilations- und Transpirationsapparat normal (Kiefer, Eiche usw.).
6. Gewächse mit ektotrophen Mykorhizen und reduzierten Wurzeln, Assimilations- und Transpirationsorganen. Ernährung durch Vermittlung von Pilzen (Monotropa).
7. Pflanzen, die zugleich endotrophe und ektotrophe Mykorhizen zeigen (Pinus und einige andere Koniferen).

Bei Kiefern, Tannen, Fichten usw. dringen die Hyphen des ektotrophen Pilzmantels zwischen die Rindenzellen ein und bilden intercellulare Stränge. Bei der Arve beobachtet man nebstdem noch intracellulare. von Tubeuf stellt in Abbildung (Fig. 9) eine Arvenwurzel mit äußern, inter- und intracellularen Hyphen dar.

Obige 7 Typen gehören den Ascomyceten und den Basidiomyceten an. Als Nr. 8 könnte man den Typus der Leguminosen und Erlen beifügen, der zu den Schizomyceten zählt, dessen wichtigste Formen Rhizobium leguminosarum und Frankia alni sind, und der zahlreiche biologische Arten aufweist.

Shibata hat Untersuchungen angestellt, die neben diejenigen von W. Magnus und Janse zu stellen sind und namentlich Podocarpus und Psilotum betreffen. Der Pilz hat bei beiden Gewächsen wenig Beziehung zur Umgebung. Diese ernähren sich selbst.

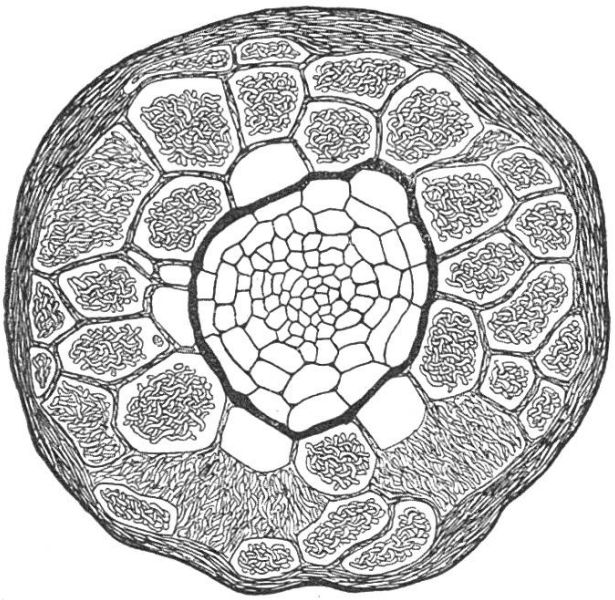

Fig. 9.

Querschnitt einer Arvenwurzel mit ektotrophen Mykorhizen und inter-, sowie intracellularen Hyphen (m. endotrophe Mykorhizen.) (Nach von Tubeuf).

In den Knötchen von Podocarpus kann man nicht Wirts- und Verdauungszellen unterscheiden. Das Pilzmycel wird rasch im Zellinnern verdaut. Der Zellkern wächst und teilt sich inzwischen. Der Pilz verschwindet mit Einschluß der Chitinhülle.

Bei Psilotum gibt es Wirts- und Verdauungszellen. Die Versuche von Nobbe und Hiltner zeigen, daß die endotrophen Mykorhizen bei Podocarpus den atmosphärischen Stickstoff nutzbar machen und daß Podocarpus auf Sand ohne Stickstoffverbindungen gedeiht. Die Absorptionswurzeln nehmen daneben aus dem Boden Wasser und Nährsalze. Es findet da eine ähnliche Arbeitsteilung wie bei den Leguminosen statt, wo die Knötchen nur auf gewissen Teilen des Wurzelwerkes auftreten, währenddem andere Faserwurzeln vermittelst ihrer Haare Wasser und Nährsalze aus dem Boden absorbieren.

* * *

Wenn es ziemlich fest steht, daß die endotrophen Mykorhizen zugunsten ihrer Wirtspflanze den Stickstoff der Luft absorbieren, so ist die Bedeutung der ektotrophen Mykorhizen noch nicht abgeklärt. Frank

schrieb ihnen die gesamte Absorption von Wasser und Nährsalzen zu und glaubte, die Wirtspflanzen hätten nie Wurzelhaare. Dem widerspricht v. Tubeuf, indem er konstatiert, daß in gutem Boden diese Haare vorkommen, und zwar sogar auf den mit Mykorhizen besetzten Würzelchen (Arve, Fig. 11). Auch Prof. A. Engler bestätigt in der interessanten Arbeit: „Untersuchung über das Wurzelwachstum der Holzarten", daß bei den meisten Waldbäumen Wurzelhaare auftreten.

Mykorhizenentwicklung mit gleichzeitiger Reduktion des Wurzelwerkes, wie man sie bei Monotropa sieht, kommt bei den Waldbäumen

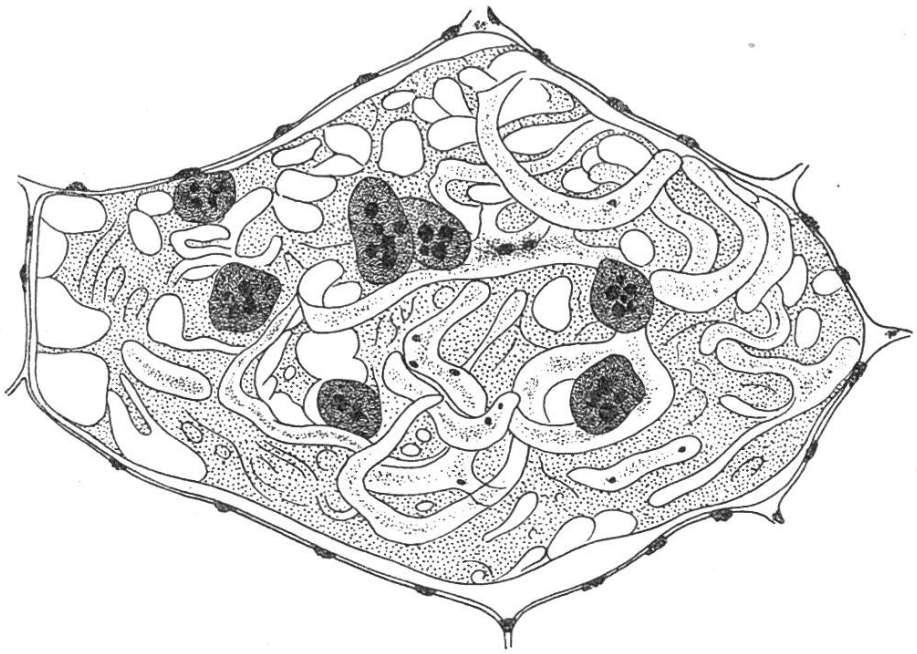

Fig. 10.

Zelle eines Wurzelknötchens von Podocarpus, wo die in Verdauung befindlichen Hyphen und mehrere, stark kolorierte Zellkerne sichtbar sind. (Nach Shibata L. S. del.)

nicht vor, deren Wurzeln stets tiefer als in die oberflächliche Humusschicht dringen und dort selbständige Absorptionsorgane darstellen.

* * *

Stahls Annahme, es bestehe Konkurrenz zwischen Pilz und höherer Pflanze in der Aufnahme der Nährsalze, ist schwierig gutzuheißen, indem ersterer die Nahrungsreserve im Boden nur zeitweilig, namentlich im Herbst in Anspruch nimmt, zu einer Zeit also, da die Holzgewächse ihr Hauptwachstum abgeschlossen haben. Zudem geben die Pilze durch ihre rasche Verwesung dem Boden die aufgenommene Nahrung bald zurück. Negers Versuche über den Einfluß der Boden-

sterilisation auf das Wachstum der Kresse widersprechen der Hypothese von Stahl auch. Jener pflanzte Kresse

I. in natürlichen, nicht sterilisierten Boden,

II. in Boden, dessen Bestandteile zur Hälfte natürliche, zur Hälfte sterilisierte Erde waren,

III. in sterilisierten Boden.

Wenn zwischen Pilz und Kresse Konkurrenz bestünde, so müßte die Kresse bei III am besten wachsen, wo die Konkurrenz aufgehoben ist. Versuch I gibt aber schlechtere Resultate als II und III. Letztere zwei zeigen gleichwertige Ergebnisse. Das Wurzelsystem war in allen drei Fällen gleichmäßig entwickelt, nicht aber die oberirdische Pflanze.

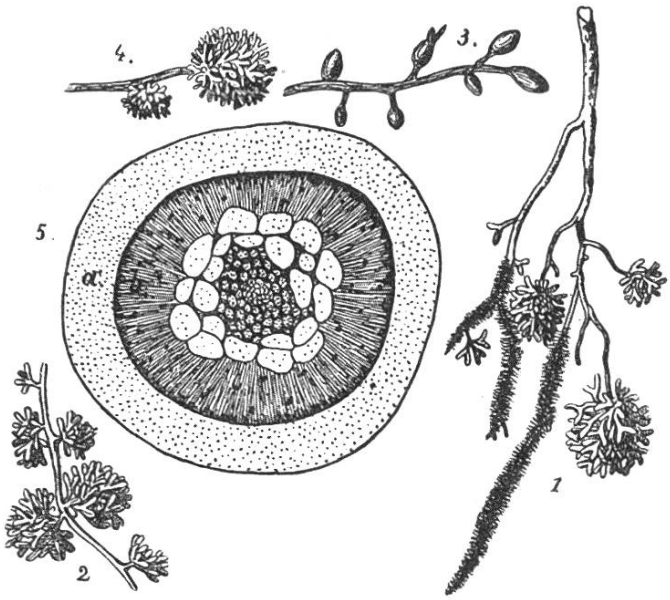

Fig. 11.

Arvenmykorhizen mit Bildung von Wurzel-Absorptionshaaren (1.) 1, 2, 4. Dichotome Mykorhizen. 3. Ektotrophe M. 5. Querschnitt einer dichotomen M. a. Mycelhülle. b. Rindenzellen mit intracellularen Hyphen.

Tubeuf erkennt die Richtigkeit der von Stahl konstatierten Tatsachen an, nicht aber dessen Schlußfolgerungen, sondern sieht die Nützlichkeit der ektotrophen Mykorhizen in ihrer Fähigkeit, den Stickstoff im Humus in eine für die Wirtspflanze assimilierbare Form zu bringen.

Zum Beleg für diese Ansicht wird darauf verwiesen, daß salpetersaure Salze im Waldhumus fehlen. Zusatz solcher Salze läßt die Mykorhizen zurücktreten und schließlich verschwinden.

Wie sollte eine Gefäßpflanze von einem Pilz für die Aufnahme von Nährsalzen abhängig werden, die sie direkt aufnehmen kann? Dieses Abhängigwerden hätte sicher eine Verkümmerung des Wurzelwerkes zur Folge, was namentlich bei den Waldbäumen nicht der Fall ist.

*
* *

Indem wir einen Überblick über den heutigen Stand der Mykorhizenfrage zu tun versuchten, mußten wir erkennen, daß es hier noch vieles abzuklären gibt. Eine Hauptursache der auseinandergehenden Ansichten dürfte darin zu finden sein, daß wir über den Begriff Humus noch viel zu wenig orientiert sind und dessen physikalische, chemische und biologische Eigenschaften ungenügend kennen, die je nach Lage, Klima, Untergrund und Vegetation sehr variieren.

So viel ist sicher, daß die Mykorhizen, ektotrophe wie endotrophe, hauptsächlich dazu dienen, die Stickstoffaufnahme der Wirtspflanzen zu vermitteln.

Das geschieht

1. durch Assimilation des Luftstickstoffs, begleitet von Verdauung des lebenden Pilzes im Innern der Verdauungszellen der Gefäßpflanze (endotrophe Mykorhizen);
2. durch Assimilation des organischen Stickstoffes im Humus (ektotrophe Mykorhizen);
3. durch die Bereicherung des Waldbodens infolge Verwesung der Mykorhizen.

Über letztern Punkt schreibt E. Henry in den letzten Heften der Revue des Eaux et Forêts, daß die Verwesung der Laubdecke des Waldbodens diesem bis zu 20 kg Stickstoff per Hektar aus der Luft zuführe. Henry glaubt, daß neben den zur Stickstoffaufnahme befähigten Bakterien (Clostridium, Granulobacter, Azotobacter) noch andere niedrige Pflanzen (Algen, Hyphomyceten, Flechten, Moose) in ähnlicher Weise tätig seien. Zudem bestätigt Henry die Beobachtungen von Duserre (Lausanne) über die Stickstoffzufuhr in den Boden durch die Regenwürmer (Journal d'agriculture pratique, Band III, 1902).

Zum Schluß darf als Bestätigung der Ansicht, daß die Mykorhizen wichtige Aufgaben in der Stickstoffernährung der Pflanzen erfüllen, darauf verwiesen werden, daß die Fleischfresser unter den Pflanzen, die animalischen Stickstoff assimilieren, auf Boden vorkommen, der wenig Nährsalze und mineralischen Stickstoff aufweist, und daß die Pflanzen, welche Einrichtungen zur Stickstoffaufnahme aus der Luft haben (Myrica, Hippophaë, Robinia), gerade auf sandigen, magern

und solchen Böden zu Hause sind, die reich an Humussäuren und arm an salpetersauren Salzen sind.

Vereinsangelegenheiten.

Jahresversammlung des schweizer. Forstvereines 1904 in Brig.

Das Lokalkomitee hat für die diesjährige Versammlung des schweizer. Forstvereines in Brig die Tage vom 25.—28. September in Aussicht genommen. Verschiedene lokale Verhältnisse (Fremdenverkehr usw.) bedingten die etwas ungewöhnlich späte Ansetzung.

Die Sitzung findet Montag den 26. im Saale des Burgerhauses statt. Neben den ordentlichen Vereins-Angelegenheiten wird die Versammlung Referate von Kreisoberförster Barberini, in Brig, über den „Plenterbetrieb im Oberwallis" und von Stadtoberförster Henne, in Chur, über „die einheitliche Sortierung des Holzes" entgegennehmen.

Nachmittags erfolgt eine Besichtigung der Werkstätten der Simplon-Tunnelbauunternehmung.

Auf Dienstag den 27. September ist eine Fahrt auf der Simplon-Route, mit Besuch der Hochgebirgswaldungen am Simplon und Besichtigung des Gletscher-Sturzes vom Fletschhorn vorgesehen. Mittagessen im Simplon-Dorf und Rückkehr (eventuell durch den Tunnel) nach Brig.

Die Teilnehmer, welche Mittwoch über die Furka oder Grimsel zu reisen gedenken, finden Gelegenheit zur Besichtigung der Lawinen-Verbauungen und Aufforstungen im „Escherwaldgebiet" ob Münster-Geschenen; die Besucher des Vispertales finden Führer zur Besichtigung der Lawinen-Verbauungen beim Tälispitz ob Saas-Grund.

Zur Erleichterung der Fahrten in's Zermatttal finden noch Unterhandlungen statt.

Dies zur vorläufigen Orientierung. -lb-